Beitrag zur freien Sehnentransplantation nach Handverletzungen

Wendelin Schulze

1962

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546824_0056

AUS DER
CHIRURGISCHEN KLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Direktor: Prof. Dr. R. Zenker

Beitrag zur freien Sehnentransplantation nach Handverletzungen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Wendelin Schulze
aus Illingen/Saar

München 1962

A. Schubert, München 5, Corneliusstr. 21 · Telefon 221777

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Referent:	Dr. A. MEYER
Correferent:	Prof. Dr. R. ZENKER
Dekan:	Prof. Dr. W. SEITZ

Tag der mündlichen Prüfung: 9.1.1962

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

GLIEDERUNG

		Seite
I.	EINLEITUNG	5
II.	KURZE GESCHICHTE DES SEHNENERSATZES und BEURTEILUNG der FREIEN SEHNENTRANSPLANTATION	5
III.	SEHNENREGENERATION und ihre ABHÄNGIGKEIT von SPANNUNG und MUSKELZUG	7
IV.	ALLO-, HOMO- AUTOPLASTIK	7
V.	VORAUSSETZUNG und ANWENDUNGSGEBIET der FREIEN SEHNENTRANSPLANTATION	8
VI.	DIE FREIE SEHNENPLASTIK	
	1. Anästhesie und Blutleere	12
	2. Operationstechnik	13
	3. Transplantatmaterial	14
	4. Nahttechniken und Nahtmaterial	15
	5. Die Nachbehandlung: Früh- oder Spätmobilisation?	21
VII.	ERGEBNISSE und ERFOLGE in der LITERATUR	22
VIII.	FÜNF JAHRE FREIE SEHNENPLASTIK nach HANDVERLETZUNGEN an der CHIRURGISCHEN UNIVERSITÄTSKLINIK MÜNCHEN	
	1. Ergebnisse	23
	2. Operationstechnische Einzelheiten	28
	3. Erfahrungen	28
IX.	DIE BEDEUTUNG DER HANDCHIRURGIE	29
X.	ZUSAMMENFASSUNG	31
XI.	LITERATUR	33

I. EINLEITUNG

In der Literatur wird der Begriff der "Sehnentransplantation" verschieden weit gefasst. Die führenden Autoren verstehen darunter immer die freie Übertragung von allo-, homo- oder autoplastischem Sehnenmaterial. Wird aber die Sehne eines funktionstüchtigen Muskels auf die Sehne eines gelähmten überpflanzt, sollte man nicht von "Transplantation" sondern wie SCHINK (81) von "Transposition" sprechen.

II. KURZE GESCHICHTE des SEHNENERSATZES und BEURTEILUNG der FREIEN SEHNENTRANSPLANTATION.

Die Geschichte des Sehnenersatzes beginnt um 1870. Daß sie beginnen konnte, war den gewaltigen Erfolgen auf dem Gebiet der Asepsis und Antisepsis zu verdanken. Hinzu kommen noch die Fortschritte der Blutstillung und der Anästhesie. Sehnen sind gegen Infektionen besonders anfällig und empfindlich, so daß in der Zeit vor der Asepsis alle Bemühungen einer Sehnennaht oder gar eines Sehnenersatzes zum Scheitern verurteilt waren. Die Einführung der antiseptischen Operationsmethode und der Asepsis führte dann erst in höherem Maße zu primären Heilungen und guten Erfolgen.
Um Sehnendefekte zu überbrücken, gaben BAYER (3) und VULPIUS (92) eine Methode an, die durch Abspaltung am proximalen Sehnenende den Defekt zu überbrücken versuchte. Die Ergebnisse waren allerdings enttäuschend. GLUCK (29) machte 1880 erfolgreiche Versuche mit allo- und homoplastischem Sehnenersatz (Catgut, Seidenzöpfe) bei Tier und Mensch. E.REHN (67) berichtet, daß man in China mit guten funktionellen Ergebnissen Kälbersehnen zum Ersatz der gerissenen menschlichen Achillessehne heranzog.

Mit ERICH LEXER (47) beginnt in den Jahren 1908/09 eine neue Epoche auf dem Gebiet der autoplastischen Sehnentransplantation. Er konnte das so praktisch wichtige Gebiet dank der guten richtungsweisenden Vorarbeiten von E.REHN (67) mit der Homoplastik und KIRSCHNER (35) und SCHWARZ (83) mit der freien Fascienplastik systematisch ausbauen. Aber obwohl LEXER (47) gute Erfolge mit der freien Sehnentransplantation erzielen konnte, ging es nur schrittweise vorwärts. Da sich leicht Schwierigkeiten durch die Nekrose des Transplantats, durch die Verwachsungsmöglichkeit und die spätere schlechte Funktion einstellten, suchten andere Chirurgen nach günstigeren Möglichkeiten der freien Transplantation. E.REHN (67) experimentierte mit frei transplantierter Cutis, M.LANGE (44) hatte guten Erfolg mit der von Fr.LANGE (43) angegebenen Seidensehne als alloplastischen Ersatz, allerdings gibt er diesen Seidensehnen nur ein eng umrissenes Indikationsgebiet vorwiegend zur Überbrückung von Defekten an großen Sehnen. KIRSCHNER (35) hatte sehr große Erfolge zur Defektüberbrückung bei großen Sehnen

mit frei transplantierten Fascienstreifen vom Oberschenkel. Obwohl STERLING BUNNELL (14) 1924 LEXERS (47) Feststellung über die Zweckmässigkeit der freien Sehnentransplantation nach Handverletzungen mit eigenen sehr guten Erfolgen in 80 - 95 % der Fälle bestätigte, mußte LEXER (47) selbst 1931 noch resigniert beklagen, daß sein Verfahren viel zu wenig Beachtung finde und daß ihm überall mit großer Skepsis begegnet werde. Bei den Kollegen sah man nur LEXERS (47) Mißerfolge, die man auf das Transplantat, weniger auf die Operationstechnik, auf die Nachbehandlung oder ungünstige Wundverhältnisse schob. Die Gründe, mit denen SCHWARZ (83) es ablehnt, beim Menschen Sehnengewebe in Sehnendefekte frei zu transplantieren, mögen hier als Beispiel für die ablehnende Bewertung angeführt sein. SCHWARZ (83) führt folgendes an: Geeignetes Sehnengewebe sei nur in beschränktem Umfang vorhanden. Es mutet uns vielleicht seltsam an, daß dieses Argument bis vor zehn Jahren immer wieder angeführt wurde, während man heute weiß, daß daran nie eine freie Sehnentransplantation gescheitert ist. Daß sich infolge geringer Regenerationskraft und nicht gerade idealen Ernährungsverhältnissen zum Teil sogar erhebliche Schwierigkeiten bei der Sehnennaht bzw. der freien Transplantation ergeben, gestehen auch die großen Verfechter der freien Sehnenplastik wie BUNNELL (14), STEINDLER (84), J.BÖHLER (5), SCHINK (81) und andere. Aber gerade sie konnten diese Schwierigkeiten durch ihr hohes Können und ausgefeilter, subtiler Operationstechnik immer wieder überwinden. Die Verwachsungsgefahr ist vielleicht die größte Hürde, die jeder Operateur bewältigen muß, wenn er einigermaßen gute funktionelle Ergebnisse erzielen will. Aber auch auf diesem Gebiet hat man im Laufe der Jahre Richtlinien ausgearbeitet, die dieser Gefahr begegnen sollen. Im Kapitel "OPERATIONSTECHNIK" und "VORBEREITUNG EINES SEHNENDEFEKTES FÜR DIE TRANSPLANTATION" wird nochmals davon die Rede sein.

M.LANGE (44) nahm die freie Sehnentransplantation nur zögernd auf, ist aber dann überrascht über die guten Erfolge und empfiehlt sie gerade für den Ersatz von Fingerstrecksehnen. Denn andere plastische Verfahren wie die Verwendung von Fascie als Transplantat kommen an der Hand wegen der Kleinheit der Sehnen und der großen Verwachsungsgefahr nicht in Frage. LANGE (45) wurde sogar auf Grund eigener Erfahrungen ein überzeugter Verfechter der freien Sehnentransplantation, ohne die bahnbrechende Veröffentlichung von STERLING BUNNELL aus dem Jahre 1924 "Surgery of the hand", bis heute das Standardwerk der Handchirurgie, heranzuziehen. Gerade dünne, lange Sehnen, wie sie an der Hand gebraucht werden, lassen sich gut transplantieren, weil durch den umgebenden Säftestrom die Ernährung der Sehnen gesichert ist. Auch A.N. WITT (101) war anfänglich zurückhaltend in der Beurteilung der Erfolge bei freier Sehnentransplantation. Er hält aber heute diese Methode in der Hand eines besonders auf dem Gebiet der Handchirurgie geschulten Operateurs für erfolgsversprechend. Er engt die freie Sehnenplastik auf die Übertragung schmaler Sehnen ein. Die Kardinalsgefahr ist für ihn neben einer Transplantatnekrose die Verwachsung. Die freie Sehnentransplantation stößt also auch heute noch auf starke Bedenken. Neben eifrigen Verfechtern gibt es noch immer große Skeptiker.

I. EINLEITUNG

In der Literatur wird der Begriff der "Sehnentransplantation" verschieden weit gefasst. Die führenden Autoren verstehen darunter immer die freie Übertragung von allo-, homo- oder autoplastischem Sehnenmaterial. Wird aber die Sehne eines funktionstüchtigen Muskels auf die Sehne eines gelähmten überpflanzt, sollte man nicht von "Transplantation" sondern wie SCHINK (81) von "Transposition" sprechen.

II. KURZE GESCHICHTE des SEHNENERSATZES und BEURTEILUNG der FREIEN SEHNENTRANSPLANTATION.

Die Geschichte des Sehnenersatzes beginnt um 1870. Daß sie beginnen konnte, war den gewaltigen Erfolgen auf dem Gebiet der Asepsis und Antisepsis zu verdanken. Hinzu kommen noch die Fortschritte der Blutstillung und der Anästhesie. Sehnen sind gegen Infektionen besonders anfällig und empfindlich, so daß in der Zeit vor der Asepsis alle Bemühungen einer Sehnennaht oder gar eines Sehnenersatzes zum Scheitern verurteilt waren. Die Einführung der antiseptischen Operationsmethode und der Asepsis führte dann erst in höherem Maße zu primären Heilungen und guten Erfolgen.
Um Sehnendefekte zu überbrücken, gaben BAYER (3) und VULPIUS (92) eine Methode an, die durch Abspaltung am proximalen Sehnenende den Defekt zu überbrücken versuchte. Die Ergebnisse waren allerdings enttäuschend. GLUCK (29) machte 1880 erfolgreiche Versuche mit allo- und homoplastischem Sehnenersatz (Catgut, Seidenzöpfe) bei Tier und Mensch. E.REHN (67) berichtet, daß man in China mit guten funktionellen Ergebnissen Kälbersehnen zum Ersatz der gerissenen menschlichen Achillessehne heranzog.

Mit ERICH LEXER (47) beginnt in den Jahren 1908/09 eine neue Epoche auf dem Gebiet der autoplastischen Sehnentransplantation. Er konnte das so praktisch wichtige Gebiet dank der guten richtungsweisenden Vorarbeiten von E.REHN (67) mit der Homoplastik und KIRSCHNER (35) und SCHWARZ (83) mit der freien Fascienplastik systematisch ausbauen. Aber obwohl LEXER (47) gute Erfolge mit der freien Sehnentransplantation erzielen konnte, ging es nur schrittweise vorwärts. Da sich leicht Schwierigkeiten durch die Nekrose des Transplantats, durch die Verwachsungsmöglichkeit und die spätere schlechte Funktion einstellten, suchten andere Chirurgen nach günstigeren Möglichkeiten der freien Transplantation. E.REHN (67) experimentierte mit frei transplantierter Cutis, M.LANGE (44) hatte guten Erfolg mit der von Fr.LANGE (43) angegebenen Seidensehne als alloplastischen Ersatz, allerdings gibt er diesen Seidensehnen nur ein eng umrissenes Indikationsgebiet vorwiegend zur Überbrückung von Defekten an großen Sehnen. KIRSCHNER (35) hatte sehr große Erfolge zur Defektüberbrückung bei großen Sehnen

Vom Patienten muß verlangt werden, daß er genügend Intelligenz und Einsicht besitzt, um an seiner Gesundung aktiv mitzuhelfen. Daher lehnen alle Operateure bei alten Patienten und Rentenempfängern eine so risikoreiche Operation ab. Manche Autoren plädieren dafür, überhaupt nur den Patienten zwischen dem 20. und 35. Lebensjahr bei Vorhandensein aller übrigen Voraussetzungen eine Wiederherstellungsoperation vorzuschlagen. PACHER (59) meint, es sollte auch die Beschäftigungsart des Patienten berücksichtigt werden.

Der operierende Arzt muß über die komplizierten anatomischen Verhältnisse an der Hand genau Bescheid wissen und auch über das nötige technische Können verfügen, die atraumatische Operationstechnik beherrschen und eingehende Kenntnisse über die Regenerationsabläufe haben. WACHS und BÖHLAU (93) plädieren für Handteams mit speziell auf dem Gebiet der Handchirurgie geschulten Operateuren. Andere Autoren gehen mit der Forderung nach reinen Handspezialisten nicht so weit, weil sie gerade diese Spezialisierung ablehnen. Die besseren Erfolge werden wohl in Zukunft der Forderung von WACHS und BÖHLAU recht geben.

Wenn wir jetzt versuchen, genau festzustellen, für welchen Fall eine freie Sehnentransplantation besonders geeignet erscheint, so stoßen wir schon nicht mehr auf eine so einhellige Meinung wie bei ihrer Voraussetzung. Man kann drei Gruppen von Autoren unterscheiden: Eine erste Gruppe hält die Sehnenplastik für die beste Möglichkeit der Defektüberbrückung. Eine zweite Gruppe sieht in ihr neben der plastischen z-förmigen Verlängerung mit Verschiebung des Sehnenendes nach distal oder einer Sehnentransposition = Sehnenverlagerung eine von drei Möglichkeiten. Und eine dritte Gruppe greift nur dann auf die freie Sehnentransplantation zurück, wenn es sonst keinen anderen Weg gibt. Auffallend ist, daß im anglo-amerikanischen Schrifttum von England über Kanada, die USA bis nach Australien und Neuseeland die freie Sehnentransplantation schon über ein Jahrzehnt ihre typische und vorbehaltlose Anwendung bei der sekundären Wiederherstellung der tiefen Beugesehne im Gebiet der Hohlhand und der Fingerendglieder bzw. in dem nach BUNNELL (14) bezeichneten Niemandsland von der distalen Hohlhandfurche bis zum Ansatz der Sublimissehne findet: BUNNELL (14), LITTLER (49), KINMOUTH (33), PULVERTAFT (64), POSCH (60), HANS MAY (55) u.a., das Transplantat wird dabei oft von der oberflächlichen Beugesehne geliefert. Neben vielen anderen schließen sich J.BÖHLER (5), RIESS (71), SCHINK (81) und GEORG (28) diesem Vorgehen an. M.LANGE (44) bevorzugt die z-förmige Verlängerung auch bei den Beugesehnen innerhalb der Sehnenscheiden, er beurteilt die Aussicht einer Transplantation an der Hohlhand und den Fingern nicht so uneingeschränkt günstig.

Ganz allgemein kann man sagen, daß die freie Sehnentransplantation im Bereich der Hohlhand und über der Beugeseite der dreigliedrigen Finger nach Durchtrennung beider Beugesehnen sich heute durchgesetzt und die Anwendung der Sekundärnaht in diesem Bereich völlig verdrängt und gegenstandslos gemacht

hat. Abgelehnt wird die Plastik bei durchtrennter Profundussehne und erhaltener Superficialissehne. In diesem Fall wird die Tenodese im Fingerendgelenk bei einer Beugestellung von 20 - 30° für richtiger gehalten. N.GULEKE und R.ZENKER vertreten in der allgemeinen und speziellen Operationslehre von KIRSCHNER-WACHSMUTH (37) 1956 die Auffassung, daß Primärnähte im Niemandsland die Aussicht auf eine erfolgreiche spätere Sehnentransplantation ganz erheblich verschlechtern und daher von jedem Nahtversuch von vorneherein abgesehen werden sollte. LORTHIOIR (51, 52), E.FLYNN (26) sind sogar Verfechter einer primären Sehnentransplantation im Niemandsland, da dann eine aktive Bewegung sofort möglich sei und sich vor allem bei jungen Patienten Gelenkversteifungen und Verwachsungen der Sehne innerhalb der Scheide vermeiden ließen. Sie setzen aber glatte Schnittverletzungen ohne Knochenfrakturen, Hautverluste und starke Verschmutzungen und die Einhaltung der 6 - 8 Stundengrenze nach erfolgter Verletzung voraus. A.N. WITT (99) gehört dann wieder zu den Chirurgen, die mit der Sehnentransplantation sehr zurückhaltend sind. Er verwendet sie nur, wenn Sekundärnaht oder plastische Verlängerung des proximalen Sehnenendes nicht zum Ziele geführt haben. Denn nach seiner Auffassung gehört die freie Sehnenplastik zu den schwierigsten Kapiteln der Wiederherstellungschirurgie, da die Verwachsungsgefahren groß sind und die Nachbehandlung schwierig und langdauernd ist. W.DICK (20) führt bis vier Wochen nach der Verletzung eine Naht durch, später nur die freie Sehnenplastik. R.BOMBELLI (8) ist einer der wenigen Operateure, die distal der proximalen Hohlhandfurche weder mit der primären Sehnennaht noch mit der freien Sehnenplastik einigermaßen befriedigende Erfolge erzielen konnten.

Im Niemandsland des Daumens, das etwa bis zu 1,5 cm in proximaler und distaler Richtung von der Beugefalte des Grundgelenks reicht, zeitigt zwar die sekundäre freie Sehnenplastik gute Erfolge, genau so beliebt ist aber gerade in diesem Falle die z-förmige Verlängerung der Sehne. Verletzungen der langen Daumensehne, wie wir sie oft nach Axthiebverletzungen sehen, und Spontanrupturen (NIGST -57) werden wie die verletzte lange Beugesehne behandelt. Bei Verletzungen der Sehne des M.abduktor pollicis longus und extensor pollicis brevis empfiehlt u.a. SCHINK (81) nur bei ungünstigen Wundverhältnissen eine sekundäre Wiederherstellung, um die Stabilität im Sattel-, Grund- und Endgelenk zu gewährleisten.

Zur Überbrückung von Strecksehnenverletzungen wird vorab von M.LANGE (45) die freie Sehnenplastik für ganz besonders geeignet gehalten, während sie von der Mehrzahl der übrigen Autoren nur dann auf Strecksehnen angewendet wird, wenn große Substanzverluste, ungünstige Wundverhältnisse und Durchtrennung der Strecksehnen einschließlich der Sehnen der Mm.interossei und lumbricales vorliegen. J.BÖHLER (5) zieht im Fingerbereich die Arthrodese im Mittelgelenk der Plastik vor, weil durch Verwachsung des Transplantates mit der Haut und dem Knochen die funktionellen Ergebnisse schlecht sind. NICHOLS (56) gibt die Plastik allerdings gerade an den Fingern nach veralteten Abrissen der Extensorensehnen an. NIKIFOROWA (58), BARCLAY (2) u.a. fordern die Anwendung der Plastik in allen Fällen, bei denen im Sehnenbereich der Finger große Defekte wie nach Säge- und

Beilhiebverletzungen, schwere Quetschungen und Nahtinsuffizienzen vorliegen und bei denen eine End-zu-Endnaht nur unter Anwendung von Zwang zum Schluss der Sehnenlücke führen würde. Zu diesen allgemeinen Indikationen für eine freie Sehnenplastik gehören auch alle Sehnenverletzungen bei Metzgern, Kanalarbeitern und Landwirten, da diese Wunden erfahrungsgemäß infolge starker Verschmutzung eine primäre Versorgung der Sehne ausschließen. Erst in einer zweiten Sitzung nach glatter Abheilung soll dann die Sehnenkontinuität durch eine plastische Defektüberbrückung wieder hergestellt werden. Wurden durch entzündliche Prozesse wie Sehnenscheidenphlegmonen größere Sehnenteile ausgestoßen, so muß wenigstens acht bis zwölf Monate gewartet werden, bis gefahrlos eine Sehnenplastik ausgeführt werden kann.

Während die Mehrzahl der Autoren sich eindeutig für die sekundäre freie Sehnenplastik ausspricht, um den lästigen und die Funktion beeinträchtigenden Verwachsungen in den Sehnenscheiden und im Fingerbereich zu umgehen, ist nach MARC ISELIN (32) die Diskussion ob Naht oder Plastik eine rein akademische. Nur anatomische Gründe könnten dazu zwingen, die Plastik einer Naht vorzuziehen, vor allem Degenerations- und Retraktionsprozesse. Die Schwierigkeiten beständen nicht darin, Verwachsungen zu vermeiden, sondern sie wieder zu lösen, ob dies möglich sei, könne man eben nicht voraussehen. Denn die Verwachsungsgefahr sei von Mensch zu Mensch streng individuell verschieden, da sie auf neurohormonale Einflüsse zurückgehe. Bei gleichen technischen Voraussetzungen komme es bei den einzelnen Menschen zu individuell verschiedenen Reaktionen des Narbenbindegewebes. Diese Narben-Adhäsionen seien nicht nur zufälliger oder vermeidbarer Natur, sondern geradezu unumgänglich für die Sehnenregeneration.

Obwohl MARC ISELIN (32) seine Ansicht über die Behandlung der verletzten Beugesehne mit allem Nachdruck auf der 74. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie im April 1957 vortrug, ist in den wissenschaftlichen Veröffentlichungen der letzten Jahre nirgends ein Autor zu finden, der sich die Ansichten von ISELIN zu eigen gemacht und für die Therapie daraus die entsprechenden Folgerungen gezogen hätte.

VI. DIE FREIE SEHNENPLASTIK.

1. Anästhesie und Blutleere.

Wie sehen nun die Vorbereitungen aus, die wir treffen müssen, um eine freie Sehnentransplantation an der Hand erfolgreich durchzuführen? Die Wahl der Narkoseform ist ganz eindeutig zu Gunsten der Allgemein-Narkose ausgefallen (LORTHIOIR - 50, MAY - 55 u.a.). Möglich ist durchaus noch die Plexusanästhesie, von der Leitungsanasthesie dagegen ist man praktisch abgekommen. LEXER (46, 47) hatte sie deswegen sehr empfohlen, weil dabei der Muskeltonus erhalten

bleibt und man den Patienten nach Bedarf auffordern kann, das verletzte Glied zum richtigen Einpassen des Transplantats aktiv zu bewegen. Diesem Argument zeigen sich heute alle Autoren nicht mehr so zugänglich, daß sie ebenfalls eine Leitungsanästhesie empfehlen würden.
Die Verwendung der "VON ESMARCH'schen" Binde zur Herstellung der Blutleere hat ihre Anhänger nach dem Ende des zweiten Weltkrieges völlig verloren, während man sie vor 1939 praktisch immer anwandte. An ihre Stelle ist heute, -vielleicht noch nicht an den kleinen Krankenhäusern-, die Blutdruckmanschette getreten, die nicht mehr die Gefahr einer Nervenlähmung am Oberarm durch unsachgemässes Anlegen heraufbeschwört. Einige Autoren Wie ROZOV (75) lassen drei Tage vor der Operation die Hand und den Unterarm täglich waschen und hüllen sie in einen sterilen Sack ein.

2. Operationstechnik.

Das Schlagwort "atraumatische Operationstechnik" (BUNNELL - 14) umreißt in Kurzform die Forderungen nach höchster Asepsis und Verwendung von feinsten atraumatischen Nadeln, Nahtmaterial und Instrumenten, die die empfindlichen Sehnen auch vor kleinsten Traumen durch die Hand des Operateurs schützen. Daß Hautschnitte nur quer zum Sehnenverlauf angelegt werden dürfen und nie in Längsrichtung, forderte schon ERICH LEXER (48), der große und hochverdiente Pionier auf dem Gebiet der Sehnenplastiken. Seine Methode, das Lager für das Sehnentransplantat mit Hilfe der DECHAMP'schen Nadel herzustellen, ist allerdings heute überholt. Diese Tunnellierung ist zu unsicher und läßt offen, ob das Transplantat in gut durchblutetem Gewebe liegt. Man weiß heute, daß an der Hand nur die Operationstechnik wertvoll und erfolgsversprechend ist, die sich bemüht, ganz sauber, gewebsschonend und genau zu arbeiten. Manche Autoren halten dies sogar für wichtiger als die Frage nach dem richtigen Nahtmaterial und der besten Nahtmethode, Fragen, die im Schrifttum heftig diskutiert wurden und werden, und die fast jeder, der etwas auf diesem Gebiet zu sagen hat, anders beantwortet.
Bevor ein Transplantat eingeführt wird, muß natürlich das alte Sehnenlager von allen Verwachsungen und Narben frei sein, die Sehnenscheiden sind radikal zu entfernen, einer Rückverlagerung des Sehnentransplantats in alte Sehnenscheiden ist dringend abzuraten. Bei der Präparation des Operationsgebietes muß auf die Erhaltung der Ringbänder geachtet werden, sie sind für eine gute Funktion des Fingers von großer Wichtigkeit. Ringbandplastiken wurden immer wieder versucht, führen aber leicht zu Verwachsungen und haben sich nicht bewährt. E.REHN (67) empfahl das Tragen eines Ringes an dem betreffenden Finger als Ersatz für das mittlere Querband. Durch ihn wird verhindert, daß sich die transplantierte Sehne vom Gelenk entfernt und der Ansatzpunkt bei der Beugung sich in unphysiologischer Weise verschiebt.
Wichtig sind alle Versuche, die am Transplantat oder am umgebenden Gewebe vorgenommen werden, um die Gleitfähigkeit der Sehne zu gewährleisten. Das Verfahren LEXERS (46), das Transplantat vor Austrocknung zu schützen und die

dadurch bedingte schlechte Verschieblichkeit zu verhindern, bestand darin, die entnommene Sehne sofort in eine warme Kochsalzkompresse einzulegen. Von dieser Vorbehandlung ist man abgekommen. Man weiß inzwischen, daß die einzelnen als Transplantat verwendeten Sehnen sich durch mehr oder weniger viel umgebendes paratendinöses Gewebe unterscheiden. HANS MAY (55) hält es für wichtig, dieses Paratenon bei der Entnahme des Transplantates zu belassen, weil es für die Regeneration und Funktion wichtig sei. Andere dagegen bezeichnen das Paratenon nicht als Gleit-, sondern als Narbengewebe. BUNNELL (14) beläßt es, obwohl er die Proliferations- und Verwachsungstendenz kennt. SCHINK (81) hält diese Streitfrage für müßig und legt mehr Wert auf die atraumatische Operationstechnik, die ja nicht nur darin besteht, mit den Instrumenten möglichst keine Verletzungen an dem Transplantat zu setzen, sondern auch jede Berührung mit einem Tupfer oder den Fingern zu unterlassen. Eine Übertragung von Gleitgewebe in Form von Venenstücken, Sehnenscheiden, Fettgewebe (LEXER - 47), Fascie oder künstlichem Material wie Ochsenfibrin und Cellophan hat sich auch nur in vereinzelten Fällen bewährt. Am meisten üblich und erfolgreich ist noch die Umscheidung des Transplantates mit Fascie oder gestielten Fettlappen. Freie Fettlappen schrumpfen nach kurzer Zeit und führen dadurch zu Verwachsungen, ebenso die Venenstücke. Die Umscheidung und Unterfütterung mit Ochsenfibrin und Cellophan ist erst recht unbefriedigend, nur eine Masse aus Polyäthylen soll sich als geeignet erwiesen haben (ISELIN - 32). GRAHAM (30) gibt in einer Arbeit 1947 ein Verfahren von BURMANN an, das darin besteht, vor der Wiederherstellungsoperation bei schweren Sehnenscheidenverletzungen Celloidin-Tuben einzupflanzen. Die Resultate sind allerdings keine Empfehlung.

3. Transplantatmaterial.

Als Sehnentransplantatmaterial für die Hand liegen die Sehnen des M. palmaris longus, die Sehnen der Zehenstrecker 2. - 4. und die oberflächlichen Beugesehnen der Hand ganz eindeutig vor allen anderen autoplastischen Transplantaten an der Spitze. Die Sehne des M. palmaris longus ist nach SCHINK (81) zwar nur in 80 % der Fälle vorhanden, erfreut sich aber trotzdem der größten Beliebtheit. Das Ausführen der Greifklaue soll nach LEXER (47) beweisen, daß die Sehne in genügender Weise angelegt ist. Zu ihren Gunsten wird nicht nur angeführt, daß ihr Gleitgewebe mittransplantiert werden kann (DOUBROFF - 21, J. BÖHLER - 5), sondern auch daß sie dünn und leicht erreichbar ist. M. LANGE (44) bezeichnet ihre Entnahme praktisch nur als Austausch aus dem gleichen Gebiet, wodurch sie sich besonders empfiehlt. Die selben Eigenschaften sprechen auch für die Zehenstrecker, sie haben nach J.L. POSCH (61) sogar ihre besondere Eignung als Transplantatmaterial bei Kindern bewiesen . Infolge ihres kleinen Kalibers werden sie auch sonst sehr geschätzt. (H. MAY - 55).
Die Sublimissehne der Fingerbeuger wird besonders dann gern als Ersatz für die tiefe Beugesehne benutzt, wenn sie sowieso reseziert werden muß. Ihre Verwendung findet allerdings nicht mehr die einstimmige Befürwortung. J. BÖHLER (6), GEORG (28)

und SCHINK (81) halten sie wegen ihrer Dicke für ungeeignet, W.WITHE (97) befürchtet wegen dieser Dicke eine zentrale Nekrose des Transplantats und auch ROZOV (64) lehnt sie wegen zu geringen Gleitgewebes und ihres großen Volumens ab. Der letztere verwendet lieber die gestielte Sehnenplastik nach LEXER, Tricepssehne, Fascia lata und in geeigneten Fällen sogar Schleimbeutel als Sehnenersatz.
M.LANGE (45) u.a. benutzen mit gutem Erfolg die Sehne des M.peronaeus tertius vom Fuß, andere Autoren wie R.CATTANEO (18) die Sehne des M.peronaeus longus, weil sie große Auswahl in Länge und Kaliber böten, GUY PULVERTAFT (64) die Sehne des M.plantaris pedis, NIKIFOROWA (58) die Beugesehnen der Zehen, die doppelt vorhandenen Strecksehnen am Daumen und Sehnenteile des M.flexor carpi radialis oder ulnaris, allerdings mit schlechten Resultaten.

Als Transplantat für den langen Daumenstrecker findet neben der Fascia lata, der Sehne des M.palmaris longus, des M.extensor digitorum communis longus des Fußes und des M.extensor indicis proprius sogar die Seidenplastik nach GLUCK (29) und LANGE (43), alkoholkonservierte Kalbssehne und Ochsenfascie (DAVID WEINBERG - 96) Verwendung.

4. Nahttechniken und Nahtmaterial.

Das Problem einer geeigneten Sehnennaht bewegt schon fast 1000 Jahre die medizinischen Gemüter. Schon AVICENNA (980 - 1037) hatte sich damit beschäftigt. Heute gibt es eine Unzahl von Nahttechniken, die alle ihre Anhänger haben. Es ragen aber doch besonders bekannte, bewährte und für die Entwicklung bedeutende Nahtmethoden aus der Vielzahl heraus. Um die Jahrhundertwende machte FRITZ LANGE (27 - Abb.1) den Vorschlag, eine Sehnennaht erfolgreicher zu gestalten. Die Verbesserungen bestanden darin, daß der Haupthalt der Naht weit ab von der Verletzungsstelle liegt, daß sie höhere Zugfestigkeit durch bessere Fadenführung erzielt, daß sie nicht kompliziert ist und nur einen Knoten hat. Sie verläuft außerdem nicht zirkulär und verhindert damit eine Quetschung des Gewebes. Später wurde diese Nahtmethode, die Jahrzehnte lang eine bedeutende Rolle spielte, nach VON FRITSCH (27 - Abb.2) modifiziert.

ABBILDUNG 1: Naht nach FR. LANGE

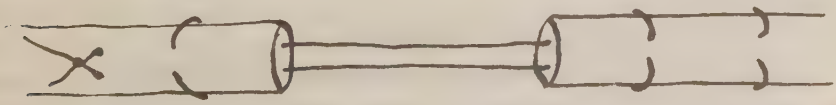

ABBILDUNG 2: Naht nach Fr. LANGE, Modifikation nach v.FRITSCH,

Die Naht nach WILMS-SIEVERS (98 - Abb.3) gehört ebenfalls zu den Nahtmethoden, die auch heute noch in den Operationslehren empfohlen werden.

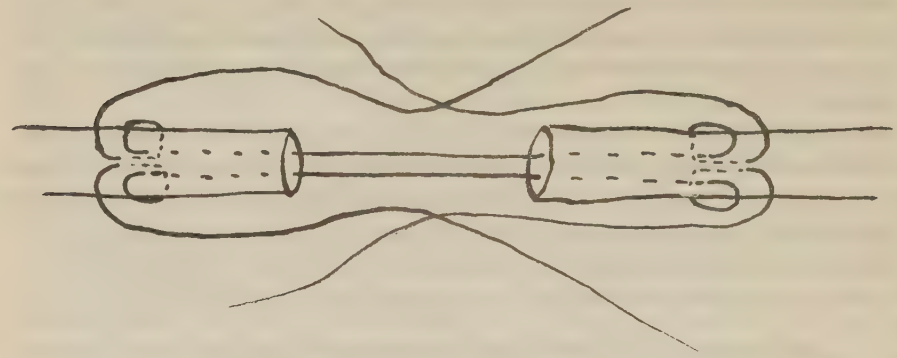

ABBILDUNG 3: WILMS-SIEVERS-Naht.

Genannt seien noch die Nahtmethoden nach DREYER, TRUKA, HÄGLER und WÖLFLER. Sie spielten einmal eine große Rolle, sind aber heute bedeutungslos geworden. Die Naht nach KIRCHMAYER (34 - Abb.4) kann sich dank ihrer Einfachheit auch heute noch trotz mancher neuer Nahttechniken behaupten.

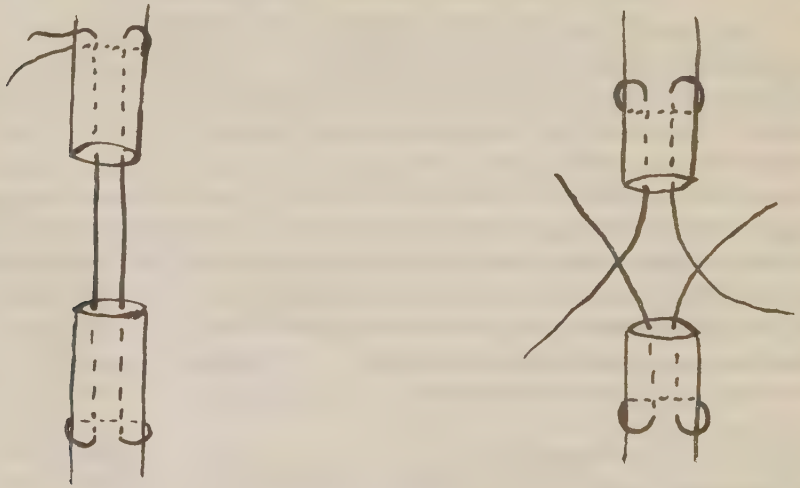

ABBILDUNG 4: KIRCHMAYER-Naht.

Seit nahezu drei Jahrzehnten erprobt erfüllt sie alle Forderungen, die eine Sehnennaht erfüllen muß:

1. Sie garantiert eine feste Vereinigung.
2. Es kommt bei ihr trotz fester Adaptierung zu keiner Nekrose des Sehnengewebes.
3. Ihre Technik und das Nahtmaterial -Seide- schaffen keine Verwachsungen.

Sie vereinigt all diese Vorzüge und besticht in ihrer Technik durch ihre Einfachheit. Für besonders zugfeste Nähte gibt es eine spezielle Modifikation.
Die viele Jahre lang verwendete Einspließtechnik nach LEXER (46) zur Verankerung eines freien Sehnentransplantats zwischen die Sehnenstümpfe wird seit Jahren wegen ihrer zu großen Verwachsungsgefahr und ihrer Unzweckmäßigkeit nicht mehr geübt.
Die Durchschlupftechnik nach HOHMANN (Abb.5) und ihre Modifikation nach PULVERTAFT (64) dagegen wird zur Zwischenschaltung eines Transplantats vorallem außerhalb der Sehnenscheiden immer wieder empfohlen. (WITT - 101, M.LANGE - 44, SCHINK - 81). Sie soll gerade eine Frühmobilisation ermöglichen.

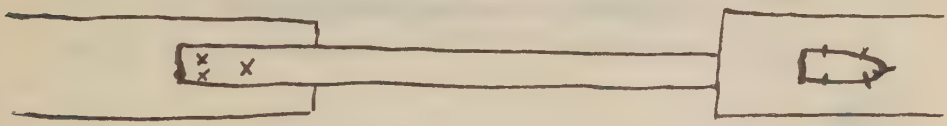

ABBILDUNG 5: Durchschlupftechnik nach HOHMANN.

Ähnliche heute geübte Techniken sind die sogenannte Zapfenlochanastomose zwischen einem kleinkalibrigen Transplantat und der Profundussehne nach NICHOLS (Abb.6) und die Sandwichssehnenanastomose nach M.ISELIN (81), bei der beide Beugesehnen als Kraftspender wirken.

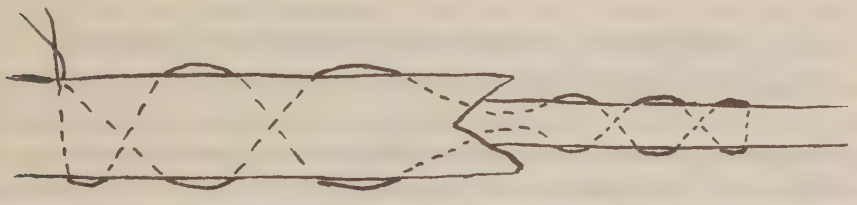

ABBILDUNG 6: Zapfenlochanastomose nach NICHOLS.

Andere bekannte und bewährte moderne Nahtverfahren zur Verankerung des Transplantats mit dem proximalen Sehnenstumpf sind die nach MASON-ALLEN (Abb.7), bei der jedes Sehnenende mit zwei Seidennähten durchstochen wird und diese randständig verknotet werden, und die Nahtmethode nach MOBERG.
Im Vergleich zu seinen Zeitgenossen war STERLING BUNNELL (14) mit seiner ganz anderen "pull-out-wire Technik" (Abb.8) hervorgetreten. Als Nahtmaterial wird nicht Seide, sondern ein feiner 0,1 mm dicker Molybdän-Chrom-Nickeldraht verwendet, der in einer aus der Zeichnung zu ersehenden Technik im Transplantat und den Sehnenstümpfen so verankert wird, daß das Nahtmaterial nach der Heilung restlos entfernt werden kann. Ein ganz besonderer Vorzug besteht darin, daß diese Nahttechnik das unter Muskelzug stehende Stumpfende durch ein

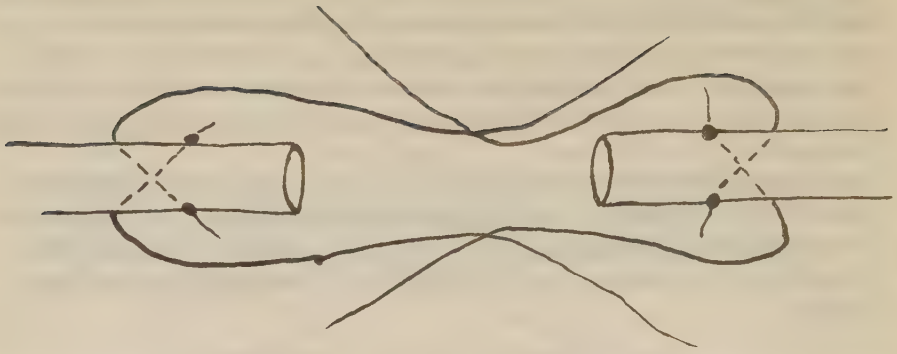

ABBILDUNG 7: Naht nach MASON-ALLEN.

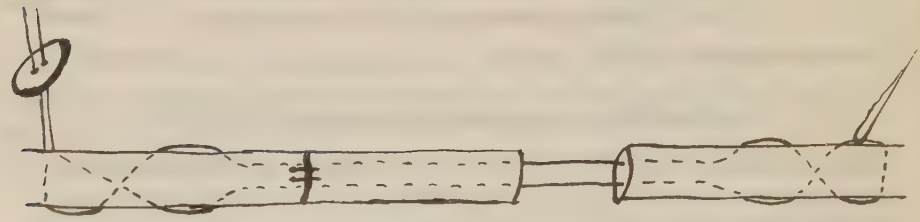

ABBILDUNG 8: "pull-out-wire-Technik" nach St. BUNNELL.

Widerlager von außen entspannt. Dies ist um so wichtiger, als E.REHN (67) nachgewiesen hat, daß jede Sehnennaht infolge eines tetanischen Erregungszustandes des zugehörigen Muskels besonderen Anforderungen ausgesetzt ist. BUNNELL (14) verhindert die Übertragung der unruhigen Muskelkräfte durch seine Entspannungsnaht, ohne daß die für die Sehnenheilung erforderlichen richtungsgebenden Kräfte verloren gehen. Da das Nahtmaterial nicht auf die Oberfläche der Sehne zu liegen kommt und keine Knoten aufweist, ist eine Verwachsungsgefahr von dieser Seite ausgeschaltet. Die besonders guten Erfolge werden ebenfalls der Verwendung von Draht als Nahtmaterial zugesprochen. Seine geringe Stärke bei gleichzeitiger hoher Reißfestigkeit, sein indifferentes Verhalten im Gewebe, durch das auch in den engen Fingerkanälen keine Behinderung beim Gleiten eintritt, seine Biegefähigkeit und die Eigenschaft, für das Wachstum pathogener Keime keinen Boden zu liefern, machen ihn nach einstimmigem Urteil allen anderen Nahtmaterialien weit überlegen (NIKIFOROWA - 58, ROZOV - 74, 75, RIESS - 70, J.BÖHLER - 5 u.a.). Die Methode "BUNNELL" wird allerdings von A.N. WITT (101) als zu kompliziert bezeichnet, obwohl viele Autoren nach ihrer Verwendung erheblich bessere Resultate erzielen konnten als vorher. Sie gehört aber bestimmt in die Hände Erfahrener. LENGEMANN hat die Methode BUNNELL vereinfacht und zieht nur noch

einen Draht ein, der durch einen angelförmigen Haken an dem einen Drahtende verankert wird. (Nach DICK - 20). MAC LAUGHLIN verankert mit gutem Erfolg den ausziehbaren Draht nicht an der Haut, sondern mittels einer Schraube am Knochen, er entfernt aber die Nähte erst nach sechs bis acht Wochen (ASTUMI - 1). Als wesentlich einfacheres Nahtverfahren für Beugesehnen und ihre Transplantate hat BUNNELL (14) noch die versenkbare Drahtnaht angegeben, die in der Modifikation von DYCHNO (Abb. 9) weitere Verbreitung fand.

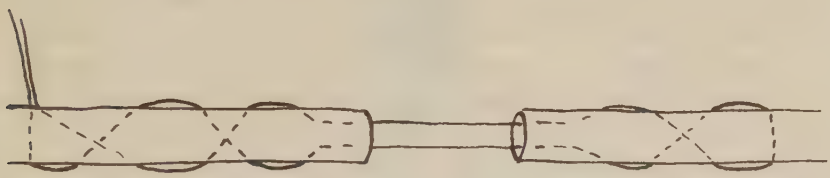

ABBILDUNG 9: Naht nach DYCHNO-BUNNELL.

Ganz besonders gut bewährt hat sich die ausziehbare Drahtnaht nach BUNNELL (14) bei der Befestigung des Sehnentransplantats distal am Knochen. Durch einen Bohrkanal am Endglied wird das Transplantat von ventral nach dorsal durchgezogen und mit der pull-out-wire Technik befestigt. J.BÖHLER (6) geht neuerdings von der transossären Verankerung ab.
LEXER (46) hat die distale Verankerung des Transplantats dadurch erreicht, daß er es als Schlinge um die Fingerendphalanx legte und vernähte. ROZOV (75) befestigte das Transplantatende in einer feinen Knochenkerbe und vernähte es mit dem Sehnenstumpf.

Im Bereich der Strecksehne über dem Handrücken ist die gleichzeitige Umschlingung der Haut und der Sehnenstümpfe mit dem Transplantat in einer Achter-Tour die beste und anerkannte Methode (BUNNELL - 14, BÖHLER - 6, ROBINS - 73, RIESS - 69).
SCHINK (81) beschreibt in seinem "Handchirurgischen Ratgeber" (1960) ausführlich die ISELIN-Plastik (Abb. 10) mit ausziehbarer Drahtnaht nach BUNNELL bei der Einpassung eines freien Transplantats über dem Mittelglied und Endgelenk und die FOWLER-Plastik (Abb. 11) für Strecksehnendefekte über dem Mittelgelenk und Grundglied der Finger. BÖHLER (6) verankert das Transplantat auf der Streckseite der Finger mit der ausziehbaren Drahtnaht.

Wenn wir nochmals zur Frage nach dem idealen Nahtmaterial zurückkehren, so ist sie für den erfahrenen Handchirurgen zweifellos zu Gunsten des rostfreien Stahldrahtes entschieden, der in allen Punkten der Seide überlegen ist (LORTHIOIR - 50). Die Sehnen bleiben homogen und fest und es wurde kein Fall von sekundärer Sehnenruptur bekannt (ISELIN - 31). Vergessen sollte man aber nicht, daß die

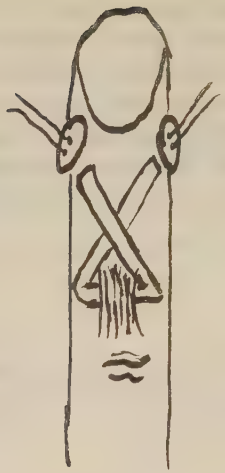

ABBILDUNG 10: ISELIN-Plastik.

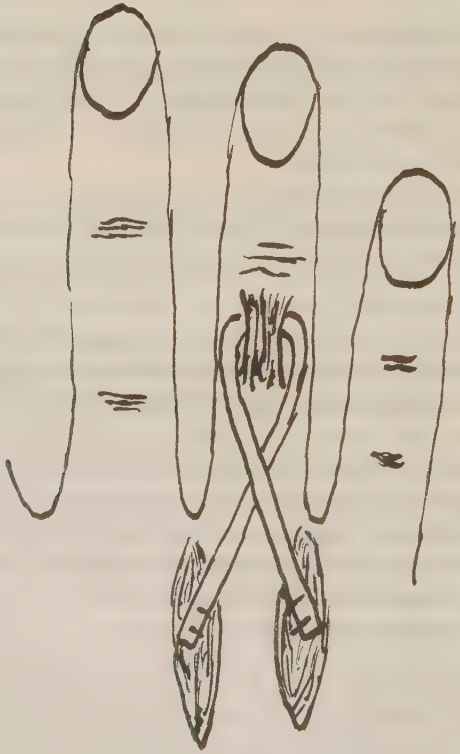

ABBILDUNG 11: FOWLER-Plastik.

Seide fast ein halbes Jahrhundert lang das Nahtmaterial der Wahl war. Erst BUNNELL (12) und RIESS (70) lehnen die Seide wegen ihrer starken Gewebsreaktion, der Infektion und der Seidengranulome ab. GERALD PRATT (63) erlebte während des Krieges infolge der Reizwirkung der Seide Eiterungen und Fistelbildungen, wie er sie bei Verwendung von rostfreiem Draht nie sah. SCHINK und GERSBACH (81a) unterstrichen in jüngster Zeit auf Grund eingehender Experimente die hervorragende Qualität des Stahldrahtes. Die Kombination von rostfreiem schwedischem Stahldraht mit der Nahttechnik von BUNNELL übertrifft nach ihren Versuchen alle anderen Nahtmethoden an Belastungsfähigkeit und Reißfestigkeit. Dieses Ergebnis stimmt vollkommen mit den klinischen Erfahrungen überein. Bei Verwendung von Zwirn kommt es zu erheblichen entzündlichen Reaktionen, Knotenbildungen und Schnürfurchen, die den jungen Sehnenkallus stark schwächen. (ISELIN - 31). Nur VOHNOUT und STAFINIAK (91) beurteilen seine Verwendung als gut. Chromcatgut konnte sich wegen der ungenügenden Festigkeit nie richtig durchsetzen. Dagegen hat man bisher mit Nylon, Supramid und Perlon gute Erfolge erzielt, da sie sich durch gute Gewebsverträglichkeit und Festigkeit auszeichnen.

5. Die Nachbehandlung: Früh- oder Spätmobilisation?

In der Frage, wann man postoperativ mit aktiven und passiven Bewegungsübungen beginnen könne, die für das funktionelle Ergebnis unbestritten sehr entscheidend sind, gehen die Ansichten nach wie vor auseinander. Namhafte Kenner des Gebietes wie LORTHIOIR (51), WITT (101), M.LANGE (44) u.a. sind Anhänger der Frühmobilisation, weil sie dadurch Verwachsungen zu verhüten hoffen. Ihre Vorschläge über den Beginn reichen vom ersten Tag nach der Operation (LORTHIOIR, DOUBROFF - 21) bis zum achten und zehnten Tag post operationem, wobei der letztere Termin etwa mit dem Abschluß der Wundheilung zusammenfällt. Die Ruhigstellung in physiologischer Entlastungsstellung erfolgt mit einer Gipsschiene, die auch meist belassen wird, wenn man mit den ersten vorsichtigen Bewegungsübungen beginnt. Die einen fangen mit aktiven, andere mit passiven Übungen an. Die Mobilisation sucht man in jedem Fall später durch Anwendung leichter Massage, Warmwasserbäder und Heißluft zu beschleunigen und zu verbessern. Manche Autoren nehmen auch während der Übung die Schiene ab und lassen sie während der übungsfreien Stunden und nachts tragen. Daß eine sorgsame, allerdings oft langdauernde Nachbehandlung für die spätere Funktion der Hand genau so wichtig ist wie die Operationstechnik, darüber sind sich alle einig. Deshalb findet man bei einigen Autoren die Forderung, daß der Operateur selbst die Nachbehandlung durchführt, mindestens sie laufend überwacht. Trotz bester Operationstechnik und guten Operationsvoraussetzungen ist so manche freie Sehnentransplantation an der Hand nur deswegen gescheitert, weil die Nachbehandlung Hilfskräften ohne spezielle Erfahrung auf diesem Gebiet überlassen wurde oder weil der Patient nicht die nötige Ausdauer und Mithilfe aufbrachte. Aber gerade auf den Patienten hat ja der Operateur den besten Einfluß, er kann beurteilen,

welche Übungen gefahrlos ausgeführt werden können. Zu erwähnen ist noch, daß jede Frühmobilisation erst recht eine feste Naht voraussetzt. Das heißt nicht, daß die Übungsbehandlungen mit Gewalt durchgeführt werden dürften.
Genau so prominente Spezialisten auf dem Gebiet der Sehnenchirurgie an der Hand (BUNNELL - 14, POSCH - 60, J.BÖHLER - 6, MAY - 55, RIESS - 71, SCHINK - 81 u.a.) treten für die Spätmobilisation nach drei bis vier Wochen ein. Mit E,. REHN (67) sind sie der Meinung, daß eine glatte Einheilung und die Beachtung der proliferativen Sehnenheilungsvorgänge während des Sehnenumbaus in den ersten zwei bis drei Wochen wichtiger sind als die Furcht vor Verwachsungen. Sie gehen etwa alle so vor wie RIESS (71), der drei Wochen ruhig stellt und in der vierten Woche mit Handbädern beginnt, ab fünfter Woche langsame aktive Bewegungsübungen ausführen läßt und dann von Woche zu Woche mit seinen Anforderungen heraufgeht, bis die Hand wieder funktionstüchtig ist. Auch hier werden Massagen, heiße Handbäder und Heißluftbehandlung zur Unterstützung herangezogen. Bei der Nachbehandlung von Beugesehnenplastiken empfiehlt SCHINK (81) Holzbrettchen nach St.BUNNELL und die Fingerfederschiene nach H.SEYFARTH, er spritzt auch einmal wöchentlich von der vierten bis achten Woche 25 mg Hydro-Cortison lokal längs des Transplantatverlaufes, wenn er unüberwindliche Verwachsungen befürchtet. Ob diese Maßnahme von Bedeutung ist, wagt SCHINK (81) noch nicht zu entscheiden. In jedem Fall dauert es etwa zwölf Wochen, bis die Fingerfunktion ausreichend geworden ist. RIESS (71) führt die Nachbehandlung zu Beginn stationär durch wegen der besseren Kontrollmöglichkeit. Die meisten anderen entlassen einige Tage nach der Operation bei komplikationslosem Heilverlauf den Patienten und lassen ihn zur Nachbehandlung ambulant kommen. J.L. POSCH (61) verzichtet bei Kindern auf jede Art von physikalischer Nachbehandlung.

Mehrere Jahre hindurch war es üblich, Sulfonamide und Antibiotika lokal bei der Transplantation anzuwenden. Da aber nachweislich keine besseren Resultate erzielt wurden, ja das Ergebnis durch stärkere Narbenbildung und Adhäsionen sogar eher verschlechtert wurde, werden sie heute nicht mehr lokal verabreicht.

VII. ERGEBNISSE und ERFOLGE in der LITERATUR.

Es ist einmal aufschlußreich, aus vorliegendem statistischem Material bei den verschiedenen Autoren Vergleiche über Erfolge und Mißerfolge bei der freien Sehnentransplantation nach Handverletzungen zu ziehen. Die Zahlen dürfen allerdings nur mit Kritik gewertet werden, da die Art der Beurteilung bei den einzelnen Autoren sicherlich sehr uneinheitlich ist. Um aus dem Material trotzdem ein Bild zu bekommen, ist es nicht nach einzelnen Autoren, sondern jeweils in Nationengruppen zusammengefaßt.

Ergebnisse nach sekundärer Sehnentransplantation an den Beugern "gut" bis "sehr gut".

	Dreigliedrige Finger, Hohlhand.	Daumen.
U.S.A.	70 - 80 %	80 - 90 %
England	50 - 80 %	-
U.D.S.S.R.	62 - 80 %	-
Österreich	76 %	-
Schweden	80 %	80 %

C. VOHNOUT und O. STAFINIAK (91) stellten bei 712 Fällen in den Jahren 1952 - 1956 an über neun Instituten der Tschechoslowakei dort die besten Erfolge fest, wo an kleinen und großen Krankenhäusern speziell für die Verletzungen der Hand interessierte Chirurgen tätig waren. Im ganzen kann man sagen, daß die Ergebnisse, die in früheren Statistiken 0 - 62 % Erfolge aufwiesen, gerade bei der plastischen Wiederherstellung der Beugesehnen besser geworden sind, nicht zuletzt bei den Operateuren, die sich der BUNNELL'schen Operations- und Nahttechnik bedienen.

VIII. FÜNF JAHRE FREIE SEHNENPLASTIK NACH HANDVERLETZUNGEN an der CHIRURGISCHEN UNIVERSITÄTSKLINIK MÜNCHEN.

1. Ergebnisse.

In den Jahren 1955 bis einschließlich 1959 wurden 19 Sehnenplastiken durchgeführt, davon bei 14 Patienten nach Errichtung einer handchirurgischen Abteilund seit Herbst 1958.
13 Patienten konnten nachuntersucht werden; zusätzlich noch ein Patient, bei dem eine Sehnentransposition durchgeführt wurde. Die nachuntersuchten Fälle teilen sich auf in

5 Fingerbeugesehnenplastiken,
2 Fingerstrecksehnenplastiken und
6 Plastiken der Daumensehnen.

Im Jahre 1960 wurden 15 weitere freie Sehnenplastiken an der Hand ausgeführt.[+)]

[+)] Wegen des zu kurzen postoperativen Intervalls wurden sie aber noch nicht nachuntersucht. Ihre Ergebnisse blieben daher in dieser Arbeit unberücksichtigt.

a.) Beugesehnenplastiken im Bereich der dreigliedrigen Finger und der Hohlhand.

	Verletzungsstelle	Transplantat	Nahttechnik distal	Nahttechnik proximal	Ergebnis
1956	D II - D IV re. Hohlhand	1. Op. Superficialiss. DII-IV 2. Op. Streckseh. 4. Zehe re.	BUNNELL BUNNELL		schlecht
+) 1957	D IV li. Hohlh.	Palmarissehne	BUNNELL	PULVERTAFT	schlecht
1959	D II li. Grundglied	Palmarissehne	BUNNELL	DYCHNO-BUNNELL	gut
1959	D III li. Mittelglied	Superficialissehne	BUNNELL	DYCHNO-BUNNELL	befriedigend
1959	D II li. Grundglied	Superficialissehne	BUNNELL	DYCHNO-BUNNELL	befriedigend

x) zuerst primäre Sehnennaht versucht!

Beidem Patienten 1956 lagen so schwere Nebenverletzungen der Haut, der Weichteile, der Nerven und Gefäße vor, sodaß die Transplantate überhaupt nicht oder erst nach mehreren Operationen einheilten. Bei der Patientin 1957 hatte die primäre Naht der Sehne eine starke Beugekontraktur des 4.Fingers zur Folge. Schon vor der sekundären Sehnentransplantation war die passive Beweglichkeit der Gelenke erheblich eingeschränkt und es bestanden außerdem Sensibilitätsstörungen. Unter diesen schlechten Voraussetzungen konnte auch eine freie Sehnenplastik die Funktion nicht wieder herstellen. Die Patientin ließ sich später den versteiften Finger amputieren. Die besseren Ergebnisse in den folgenden Jahren hängen sicherlich mit der Errichtung einer speziellen handchirurgischen Abteilung zusammen. In einem Fall stört die durchgeführte Arthrodese des Endglieds, bei einem anderen Patienten besteht am ehemals verletzten Finger ein Streckdefizit von 30°. Bei einem Jungen umging man die freie Plastik und transponierte die Superficialissehne des Ringfingers, um sie an der durchtrennten Profundussehne des Zeigefingers mit der Nahttechnik nach DYCHNO-BUNNELL End-zu-End zu anastomosieren. Obwohl es an der Anastomosestelle zu Verwachsungen kam und bei einem erneuten operativen Eingriff die Verwachsungen gelöst und die beiden Sehnenstümpfe neu genäht werden mußten, ist das Ergebnis gut.

Beugesehnenplastik 2. Finger links

I.K. 32 J. Bauingenieur, schnitt sich beim Brotschneiden in die Beugeseite des Grundgliedes 2. Finger links.
Primäre Wundversorgung, drei Monate später freie Plastik mit der oberflächlichen Beugesehne desselben Fingers, da die Sehne des m. palmaris nicht angelegt war. Nahttechnik distal: pull-out-wire-Technik (BUNNELL), proximal: DYCHNO-BUNNELL. Ergebnis befriedigend. Patient fühlt sich infolge geringgradiger Beugehemmung im Mittel- und Endglied beim Feingriff behindert, der Faustschluß ist unvollständig.

b.) b.) Strecksehnenplastiken im Bereich der dreigliedrigen Finger.

	Verletzungsstelle	Transplantat	Operationsmethode	Ergebnis
1959	D IV re. Grundglied	Palmarissehne	FOWLER-Plastik	gut
1959	D V re. Mittelglied	Sehnenstreifen des m.flex. carp.radialis	ISELIN-Plastik	unbefriedigend

Bei der ISELIN-Plastik ist die Streckhemmung des fünften Fingers zwar beseitigt, dafür besteht aber jetzt im Endgelenk eine totale, im Mittelgelenk eine Beugehemmung von 60°, sodaß beim Faustschluß der Finger zurückbleibt. Die FOWLER-Plastik stellte die Streckfähigkeit des 4.Fingers fast völlig wieder her.

c.) Daumensehnenplastiken.

Beugesehne:

	Verletzungsstelle	Transplantat	Nahttechnik distal	Nahttechnik proximal	Ergebnis
1956	Grundgelenk li.	Palmarissehne	Seidennaht	PULVERTAFT	unbefried.
1957	Handgelenk li.	Palmarissehne	Supramidnähte		schlecht
+) 1958	Daumenballen re.	Palmarissehne	BUNNELL	PULVERTAFT	gut
1958	Grundglied li.	Palmarissehne	BUNNELL	PULVERTAFT	befriedigend
+) 1959	Interphalangialgelenk li.	Palmarissehne	BUNNELL	PULVERTAFT	gut

+) zuerst primäre Naht versucht!

Die Daumensehnenplastik 1956 bei einer jungen Patientin ist zwar unbefriedigend, weil das Endglied nicht gebeugt werden kann, aber die Patientin fühlt sich bei ihrer Arbeit als Verkäuferin nicht behindert.
Anders ist es bei einem jungen Patienten, dem 1957 in einen 10 cm langen Defekt der langen Daumenbeugesehne die Palmarissehne als freies Transplantat eingesetzt

wurde. Die schlechte Funktion des linken Daumens behinderte ihn als Linkshänder so sehr bei seiner Tätigkeit als Maschinenschlosser, daß er seinen erlernten Beruf aufgab und jetzt als Briefträger bei der Post arbeitet. Er hatte 1957 an einer Hobelmaschine eine schwere Verletzung erlitten, das os naviculare und os multangulum majus lagen frei und waren frakturiert. Die Wunde und die Frakturen wurden primär versorgt und nach 9 Monaten die Sehnenplastik vorgenommen. Im Endgelenk des linken Daumens ist aus der Beugestellung von 40° eine Streckung unmöglich, eine stärkere aktive Beugung kann aus dieser Stellung auch kaum ausgeführt werden.
Obwohl das Ergebnis in drei Fällen als "befriedigend" bis "gut" zu bezeichnen ist, konnte auch bei diesen Patienten die volle Beugefähigkeit nicht erreicht werden. Die Streckfähigkeit ist nicht eingeschränkt.

Beugesehnenplastik Daumen links.

A.N. 47 J. Hausfrau, schnitt sich mit dem Messer ins linke Daumengrundgelenk. Nach Abheilung der Wunde kam die Patientin zur Korrektur der Bewegungseinschränkung und zur Nervennaht in Behandlung. Freie Plastik mit der Sehne des m. palmaris longus.
Nahttechnik: distal BUNNELL, proximal: PULVERTAFT. Weiterhin geringe Sensibilitätsstörung an der Daumenkuppe. Im Endglied geringe Beugehemmung.

Strecksehne:

	Verletzungsstelle	Transplantat	Nahttechnik	Ergebnis
1959	Metacarp.I li.	Sehne des musc. indic.proprius	DYCHNO-BUNNELL	sehr gut

Es handelte sich um einen geschlossenen posttraumatischen Strecksehnenabriss. Die junge Patientin kann heute ihren linken Daumen wieder vollständig strek-

ken. Gegenüber dem unverletzten Daumen der anderen Hand ist keinerlei Unterschied mehr festzustellen.

2. Operationstechnische Einzelheiten.

Bei allen freien Sehnentransplantationen war die Sehne des m.palmaris longus das gebräuchlichste Transplantat. Nur wenn sie nicht vorhanden war, -nach SCHINK (81) bei 20 % der Patienten, in 8 % nur einseitig-, wurde auf andere Sehnen zurückgegriffen.
Bei der proximalen Verankerung des Transplantats hatten die Nahttechniken nach DYCHNO-BUNNELL und die Durchflechtungsnaht nach HOHMANN in der Modifikation nach PULVERTAFT den Vorzug, bei der distalen Verankerung wird die "pull-out-wire-Technik" nach BUNNELL am häufigsten verwendet. Als Nahtmaterial steht in den letzten Jahren der Draht an erster Stelle.
Die Ringbänder wurden nach Möglichkeit geschont und erhalten. Bei der Entfernung der oberflächlichen Beugesehne ließ der Operateur die Sehnenstümpfe im Bereich der distalen Sehnenschenkel in einer Länge von 9 mm stehen, um eine Überstreckung im Mittelglied zu vermeiden.

3. Erfahrungen.

Die besseren Resultate der Jahre 1958 und 1959 gehen sicherlich zu einem großen Teil auf die Einführung der atraumatischen Operationstechnik zurück, wie sie BUNNELL (14) schon seit 1924 fordert, und auf die pneumatische Blutleere, die erst ein genaues und sauberes Arbeiten in dem blutfreien Operationsgebiet erlaubt. Die Indikationsstellung ist durch die auf dem Gebiet der Handchirurgie erfahrenen Operateure exakter geworden. Auf die primäre Sehnennaht wird, von ganz seltenen besonders idealen Fällen abgesehen, verzichtet und nur dafür gesorgt, daß durch Hautdeckung, Nerven- und Gefäßnaht gute Voraussetzungen für die sekundäre Plastik geschaffen werden.
Gerade Nervenverletzungen oder auch nur leichte Sensibilitätsstörungen der betroffenen Finger wirken sich nicht nur vermindernd auf den objektiven Befund aus, sondern werden auch von allen Patienten als schwerwiegender und lästiger für die Funktion empfunden als eine herabgesetzte Bewegungsunfähigkeit in einem Gelenk. Vorallem zum Erfassen von kleinen Gegenständen wie Schrauben, Nägeln, Manschettenknöpfen oder Haarnadeln ist die Unversehrtheit der Fingerkuppensensibilität (= taktile Gnosis) unbedingt erforderlich. Trophische Störungen und Muskelatrophien des Daumen- oder Kleinfingerballens sind weitere erheblich störende Folgen von Nervenverletzungen. Noch schlimmer ist es wie bei einem Patienten, wenn die Nervenverletzung erst Folge des operativen Eingriffs ist. Bei drei Patienten, bei denen die primäre Naht versucht wurde, mußte sekundär doch noch die Plastik durchgeführt werden.
Daß es in zwei Fällen während der Nachbehandlung zu Abrissen des Sehnentransplantats kam, unterstreicht die von vielen Autoren an anderer Stelle geforderte Sorgfalt in der postoperativen Phase, damit ein primär gutes operatives Ergebnis

nicht doch noch scheitert. Zwischenbefunde zeigen, daß nach Abschluß der Behandlung die wachsende Funktionstüchtigkeit in einer bestimmten Beziehung zur Wiederaufnahme der Arbeit steht. Je schneller der Patient seine alte und gewohnte Tätigkeit wieder aufnehmen kann, um so rascher und besser stellt sich die alte Funktion des verletzten Gliedes ein.
Die schon angeführte Erfahrung, daß der Heilverlauf und das Endergebnis nicht nur vom Können und der Geduld des Arztes abhängen, sondern ebenso vom Verhalten und der Einstellung des Patienten, kann auf Grund der Nachuntersuchungen nur bestätigt werden. Selbst bei jungen Patienten kann die Heilung und Wiederherstellung der Funktion erheblich beeinträchtigt sein, wenn von Seiten des Patienten keine Einsicht in die Dauer der Nachbehandlung besteht oder der Wille und die Energie fehlen, den Heilverlauf durch eigene Mithilfe zu verbessern. Die Patientin, bei der die Plastik völlig versagte und der Finger wegen vollkommener Versteifung amputiert werden mußte, war nach ihren eigenen Angaben von Anfang an überzeugt, daß aus dem verletzten Finger nie mehr etwas wird. Ab und zu spielt auch der Beruf des Patienten eine große Rolle. Bei Handarbeitern wie Schlosser, Schreiner usw. wirken selbst geringe Funktionsausfälle störend, so daß der Patient häufiger aus seinem erlernten Beruf ausscheiden muß. Es sollte in diesen Fällen mit zur Nachbehandlung gehören, den Patienten seinen verringerten funktionellen Möglichkeiten entsprechend beim Berufswechsel zu beraten.

IX. DIE BEDEUTUNG DER HANDCHIRURGIE.

Handverletzungen werfen aber nicht nur therapeutische und operationstechnische Fragen auf, sondern bekommen durch ihre Zunahme von Jahr zu Jahr eine immer stärkere soziale und wirtschaftliche Bedeutung.
Sind doch 1/4 bis 1/3 der Verletzungen aller Art Verletzungen der Hände und Finger. 14,8 % der Verkehrsunfälle erleiden Verletzungen der oberen Extremitäten.
25,3 % aller 1952 in Linz behandelten Patienten hatten Hand- und Fingerverletzungen. Von 130 265 gemeldeten Unfällen in ganz Österreich entfielen sogar 36,75 % auf Hände und Finger (J.BÖHLER - 6).
Nach der österreichischen Unfallstatistik blieben 34,2 % aller gemeldeten Handverletzungen erwerbsbeschränkt (A.N. WITT im Handbuch der Orthopädie von HOHMANN-HACKENBROCH-LINDEMANN, G.Thieme-Verlag Stuttgart 1956).
H.GEORG (28) gibt von der Chirurgischen Universitätsklinik Heidelberg folgende Zahlen an:

1950	1692	Handverletzungen
1952	1894	"
1955	2247	"

Davon waren 77,3 % Folgen von Betriebsunfällen. Von 3928 Betriebsunfällen und Verletzungen aller Art waren 44,2 % Verletzungen der Hände. 1/3 aller Handverletzten waren Maschinenarbeiter. Nach E.WACHS und E.BÖHLAU (93) sind in

85 % der Betriebsunfälle Handarbeiter betroffen.
G.CALBERG (16) in Brüssel fand in den Jahren 1952 - 1956 bei 78 000 Verletzungen aller Art 40 % Handverletzungen.
Die Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten in Mannheim gibt aus den letzten zehn Jahren folgende Zahlen an, die zeigen, wie viel Handverletzungen im Rahmen aller von ihr entschädigungspflichtigen Verletzungen eine dauernde Rente erhalten.

Erstmals entschädigte Handverletzungen
in den Jahren 1950 - 1960

	erstmals entschädigte Fälle insgesamt	davon Handverletzungen	in v.H.
1950	2 761	661	23,9
1951	3 011	639	21,2
1952	2 939	599	20,4
1953	3 574	800	22,4
1954	3 608	688	19,1
1955	3 659	754	20,6
1956	3 988	864	21,7
1957	3 647	873	23,9
1958	3 673	865	24,2
1959	3 382	779	23,0
1960	3 523	835	23,7
insgesamt	37 665	8 357	22,2

Im Durchschnitt waren also 22 % der Handverletzungen so schwer, dass sie in der Regel mit einer Rente entschädigt werden mußten.

Durch diese erschreckende Zunahme der Handverletzungen in den vergangenen zehn Jahren bei uns und in anderen Industrieländern bekommt die Handchirurgie eine immer stärkere Bedeutung. Ihre Sonderstellung im Rahmen der Wiederherstellungschirurgie ergibt sich aus den Überlegungen und der Sorgfalt, die der Operateur anstellen muß, und aus dem speziellen Wissen und der großen Erfahrung, deren es bedarf, um durch einen operativen Eingriff ein Optimum an Funktion zu bekommen. Es wurde schon darauf hingewiesen, daß bessere Erfolge nicht allein durch hohes Können des Operateurs, durch verbesserte Operationstechniken und sorgsame Nachbehandlung zu erzielen sind, sondern daß gerade in der Handchirurgie der Patient ein ganzes Stück Mitverantwortung für seine Gesundung während der Nachbehandlung übernehmen muß. Auf diese aktive Mithilfe wird auch dann nicht verzichtet werden können, wenn in den nächsten Jahren die freie Sehnentransplantation an der Hand infolge verbesserter Operationstechniken und größerer Erfah-

rung der Chirurgen einen unbetrittenen Platz in der Reihe der Wiederherstellungsoperationen eingenommen hat.

X. ZUSAMMENFASSUNG.

1. Die Zahl der Befürworter der freien Sehnentransplantation nach Handverletzungen steigt.
2. Bei den meisten, besonders bei den anglo-amerikanischen Autoren, ist sie die beste Methode bei der sekundären Behandlung von Sehnenverletzungen im Hohlhandbereich, am Daumen und über der Streckseite der dreigliedrigen Finger.
3. Bei Strecksehnenverletzungen tritt die Plastik nur bei großen Sehnendefekten an die erste Stelle.
4. Die von BUNNELL geforderte atraumatische Operationstechnik wird einer erfolgreichen Sehnentransplantation am besten gerecht.
5. Als Transplantatmaterial wird die Sehne des m.palmaris longus der Hand am häufigsten verwendet, nur wo sie nicht angelegt ist, transplantiert man die Sennen der Zehenstrecker II - IV oder die oberflächlichen Beugesehnen der Hand.
6. Neben alten und neuen Nahttechniken steht die als kompliziert angesehene "pull-out-wire-Technik" nach ST.BUNNELL und die einfache versenkbare Drahtnaht nach DYCHNO-BUNNELL an der Spitze.
7. Bei der Strecksehnenplastik gibt es neben der ISELIN- und FOWLER-Plastik noch andere Nahtmethoden.
8. Der Draht wird von allen Autoren der jüngsten Zeit für das beste und geeignetste Nahtmaterial gehalten.
9. Bei der Nachbehandlung sind die Meinungen über den Zeitpunkt des Beginns geteilt, einig ist man sich darüber, daß sie langwierig sein kann und vom Arzt größte Sorgfalt und Kontrolle und vom Patienten viel Geduld und Mitarbeit fordert.
10. Die Erfolgsziffern der sekundären Beugesehnenplastik im Bereich der Hohlhand und der dreigliedrigen Finger liegen heute zwischen 50 und 80 %, am Daumen und bei Strecksehnenplastiken noch höher.
11. An der Chirurgischen Universitätsklinik München steigt die Zahl der mit sekundären freien Sehnenplastiken behandelten Fälle nach Errichtung einer handchirurgischen Abteilung deutlich an, auch die Ergebnisse sind seit dieser Zeit besser.
12. In den Industrieländern nehmen die Handverletzungen sowohl an Schwere wie auch an Zahl von Jahr zu Jahr zu, dadurch rückt die Handchirurgie unter den Wiederherstellungsoperationen immer stärker in den Vordergrund.

An dieser Stelle möchte ich Herrn Dr. A. MEYER für die Anregung zu dieser Arbeit, für deren freundliche Durchsicht, sowie für die wertvollen Ratschläge danken.

XI. LITERATURVERZEICHNIS

1. ASTUMI A.: Über die Technik der Sehnennaht mit entfernbaren Metallfäden. Minerva chir. (Torino) 4, 288-292, 1950.

2. BARCLAY ST.: Einige Aspekte in der chirurgischen Behandlung von offenen Handverletzungen. Austr.a.New Zealand J. Surg. 23, 131-138, 1953.

3. BAYER C.: Die plastische Tenotomie der Achillessehne bei parlytischem Spitzfuß. Prager med.Wschr. 1897.

4. BIER-BRAUN-KÜMMEL: Chirurgische Operationslehre. 7. neubearb.Auflage J.A.Barth - Leipzig 1958.

5. BÖHLER J.: Primäre und sekundäre Plastik bei Beugesehnendurchtrennungen der Finger. Chirurg 23, 567-568, 1952.

6. BÖHLER J.: Die Versorgung frischer Handverletzungen mit besonderer Berücksichtigung der Sehnenverletzungen. Bruns' Beitr. 192, 257-282, 1956.

7. BÖHLER J.: siehe BUNNELL-BÖHLER

8. BOMBELLI R.: Die Therapie der traumatischen Sehnen- und Nervenverletzungen der Hand. Minerva ortop. (Torino) 9, 145-173, 1958.

9. BOYES J.H.: Freie Sehnenverpflanzung an den Fingern und am Daumen. J.Bone Surg. 32-A, 489-499, 531, 1950.

10. BOYES J.H.: Beurteilung der Resultate nach Fingerbeugesehnenplastik. Am.J.Surg. 89, 1116-1119, 1955.

11. BÜRKLE DE LA CAMP: Neuzeitliche Fragen der operativen Handchirurgie. 74.Tag.d. Deutschen Gesell.f.Chirurg. Langebecks Archiv f.Klin.Chirurg. 287, 489-498, 1957.

12. BUNNELL ST.: Primäre Wiederherstellung durchtrennter Sehnen. Gebrauch rostfreien Stahldrahts. Am.J.Surg. 47, 502-516, 1940.

13. BUNNELL-ST.: Versorgungen der Sehnen bei komplizierten Handverletzungen. J.Bone Surg. 23, 240-250, 1941.

14. BUNELL-BÖHLER: Die Chirurgie der Hand. Wilh.Maudrich Verl. Wien, Bonn, Bern, 1959.

15. BUNNELL ST.: Über die Erstversorgung von Handverletzungen.
J.Bone Surg. 33-A, 807-811, 1951.

16. CALBERG G.: Die Sofortbehandlungen der Handverletzungen.
Acta orth.belg. 24, Suppl.1, 261-326, 1958.

17. CAMPBELL D.A.:
Die Erfahrungen aus einer handchirurgischen Abteilung.
Brit.J.Plast.Surg. 9, 11-24, 1956.

18. CATTANEO R.:
Die Anwendung der Sehne des m.peronaeus longus zur Beugesehnenplastik an der Hand.
Arch. die Ortop. 69, 360-372, 1956.

19. COUCH J.H.: Grundsätze der Fingersehnennaht.
Canad.med.Assoc.J. 41, 27-30, 1939.

20. DICK W.: Fingersehnennähte. Dtsch.med.Wschr. 13, 431-435, 1956.

21. DOUBROFF J.G.:
Beitrag zur freien Sehnenplastik der Handbeuger.
Ortop. i Travmat. 15, Nr.1, 66-74, 1941.

22. DÜBEN W.: Zur Erstversorgung der verletzten Hand.
Mschr. Unfallheilk. 56, 289-297, 1953.

23. DÜBEN W.: Zur Chirurgie der Hand. Chirurg, 24, 61-66, 1953.

24. DUNCAN J.M.K.:
Verletzungen der Hand.
Brit.J.Surg. 35, 397-406, 1948.

25. FLEISCHER-HANSEN C.C.:
Sehnenverletzungen der Hand und ihre Prognose in funktioneller Hinsicht.
Nord.med.Stockh. 1941, 88-98.

26. FLYNN J.E.: Therapeutische Probleme bei Handverletzungen.
J.Bone Surg. 35-A, 132-140, 171-251, 1953.

27. FRITSCH v.: Zur Technik der Sehnennaht. Wienklin.Wschr. 138, 1907.

28. GEORG H.: 2000 Hand- und Fingerverletzungen. Beitrag zur Indikation und Technik der Erstversorgung. Langebecks Archiv und Dtsch.Z.Chirurg. 283, 247-266, 1956.

29. GLUCK: Über Muskel- und Sehnenplastik. Arch.klin.Chir. 26, 61, 1881

30. GRAHAM W.: Fortschritte der orthopädischen Chirurgie des Jahre 1945.
Arch.Surg. 55, 64-76, 1947.

31. ISELIN M. et LAFAURY A.:
Pathologie der durchtrennten Beugesehnen.
Acta orthop.belg. 16, 297-309, 1950.

32. ISELIN M.: Gegenwärtiger Stand des Behandlungsproblems der verletzten Beugesehnen. 74.Tag.d.Dtsch.Ges.f.Chirurgie, Langebecks Arch.f.Klin.Chir. Bd.287, 533-537, 1957.

33. KINMOUTH J.B.:
Die durchtrennte Beugesehne. Erfahrungen mit freier Sehnentransplantation und Stahldrahtextension.
Brit.J.Surg. 35, 29-36, 1947.

34. KIRCHMAYER: Die Technik der Sehnennaht. Zbl.Chir. 44, 906, 1917.

35. KIRSCHNER M.:
Freie Sehnen- und Fascientransplantation.
Zbl.Chirurg. 36, Beilage Nr.6, 1909.

36. KIRSCHNER-NORDMANN:
Die Chirurgie. 2.Aufl.
Urban u.Schwarzenberg, Berlin-Wien, 1940.

37. KIRSCHNER-WACHSMUTH:
Allgemeine und spezielle Operationslehre.
Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1956.

38. KLEINSCHMIDT O.:
Operative Chirurgie. Springer, Berlin, Heidelberg, 1948.

39. KOCHER TH.: Chirurgische Operationslehre. 5.Aufl. Bd.3,
Gustav Fischer, Jena 1907.

40. KÖNIG-MAGNUS:
Handbuch der gesamten Unfallheilkunde.
2.umgearbeitete Aufl. F.Enke, Stuttgart, 1955.

41. KOMARCEVA A.G.:
Heilgymnastik bei Behandlung von Sehnenverletzungen an der Hand.
Sovet.Med. 16, H.7, 19-21, 1952.

42. KYLE J.B. und EYRE-BROOK A.L.:
Die operative Behandlung von Beugesehnenverletzungen der Hand.
Brit.J.Surg. 41, 502-511, 1954.

43. LANGE F.: Über Bildung von Sehnen aus Seide bei der periostalen Verpflanzung. Verh.Ges.Dtsch.Naturfor. 1901.

44. LANGE M.: Unfallorthopädie. F.Enke Stuttgart, 1949.

45. LANGE M.: Orthopädische-chirurgische Operationslehre. J.F.Bergmann, München, 1951.

46. LEXER E.: Die freien Transplantationen. In: Neue Dtsch.Chirurgie F.Enke Stuttgart, 1924.

47. LEXER E.: Wiederherstellungschirurgie. J.A.Barth, Leipzig, 1931.

48. LEXER-REHN: Lehrbuch der Allgemeinen Chirurgie. 21.umge.Aufl. F.Enke, Stuttgart, 1952.

49. LITTLER J.W.: Freie Sehnenverpflanzung bei sekundärer Beugesehnenwiederherstellung. AmJ.Surg. 74, 315-321, 1947.

50. LORTHIOIR, J.jr.: Die primäre Sehnennaht bei Sehnenverletzungen im Bereich der Hand. Acta chirg.belg. 52, 109-129, 1953.

51. LORTHIOIR, J.jr.: Unmittelbare Sehnenplastik bei Schnittverletzungen der Beugesehnen. Acta chir.belg. 56, 386-390, 1957.

52. MARLEY G.H.: Behandlungsergebnisse nach Beugesehnenverletzungen. Brit.J.Plast.Surg. 8, 300-311, 1956.

53. MASON M.: Injuries to nerves and tendons of the hand. J.Am.med.Assoc. 116, 1375-1379, 1941.

54. MASON M.: Die Bedeutung kleinchirurgischer Affektionen an der Hand. Surg.Clin.N.Am. 21, 181-195, 1941.

55. MAY H.: Chirurgie der offenen Sehnen- und Nervendurchtrennungen an der Hand einschließlich der Anwendung der freien Sehnentransplantation. Langenbecks Arch. u.Dtsch.Z.Chirurgie 277, 599-610, 1954.

56. NICHOLS H.M.: Wiederherstellung der Extensorenansätze an den Fingern. J.Bone Surg. 33-A, 836-841, 1951.

57. NIGST H.: Zur Frage der Wiederherstellung der Funktion des m.extens. poll.long. nach Spontanrupturen und Verletzungen. Helvet.chir.acta 22, 504-512, 1955.

58. NIKIFOROWA E.K.: Die Wiederherstellung von Fingersehnen. Vestn.Chir. 58, 255-260, 1939.

59. PACHER W.: Beugesehnenplastiken an der Hand mit einem Beitrag zur Opponenslähmung. Arch.orth.Chir. 40, 93-101, 1939.

60. POSCH J.L.: Sekundäre Sehnennähte und Sehnentransplantationen bei Handverletzungen. AmJ.Surg. 85, 306-318, 1953.

61. POSCH J.L.: Handverletzungen bei Kindern.
Am.J.Surg. 89, 784-794, 1955.

62. POSCH J.L.: Primäre Sehnennaht und Sehnentransplantate bei Handverletzungen. Arch.Surg. 73, 609-624, 1956.

63. PRATT G.: Sehnenwiederherstellung mit Stahldraht.
Am.J.Surg. 76, 87-88, 1948.

64. PULVERTAFT G.R.:
Sehnenplastik bei Beugesehnenverletzungen der Finger und des Daumens.
J.Bone Surg. 38-B, 175-194, 1956.

65. RANK B.K. und WAKEFIELD A.R.:
Die Behandlung von Sehnenverletzungen an der Hand.
Austr.a.New Zealand J.Surg. 21, 135-139, 1951.

66. RAUBER A.: Die Strecksehnendurchtrennung der Langfinger.
Praxis, Bern 1955, 168-173.

67. REHN E.: Die freie Verpflanzung von Sehnen, die freie Fascienverpflanzung, die funktionelle Cutistransplantation. In LEXER: Die freien Transplantationen: Neue Deutsche Chirurgie, Stuttgart F.Enke 1924.

68. RICKLIN P.: Wiederherstellende Maßnahmen nach Handverletzungen.
Praxis, Bern 1957, 434-438.

69. RIESS J.: Die Drahtnaht der Strecksehnen an der Hand und den Fingern.
Wien.med.Wschr. 1949, 145-147.

70. RIESS J.: Primäre Drahtnaht der Beugesehnen an Hand und Fingern nach ST.BUNNELL. Mschr.Unfallheilk. 54, 65-73, 1951.

71. RIESS J.: Sekundäre Naht und Transplantation von Beugesehnen der Hand unter Berücksichtigung der Drahtnaht nach ST.BUNNELL.
Arch.orth.Unf.Chir. 45, 212-222, 1952.

72. ROBERTSON D.C.:
Beugesehnenverletzungen.
Canad.Med.Assoc.J. 75, 101-105, 1956.

73. ROBINS R.H.C.:
Die primäre Versorgung der verletzten Hand.
Ann.Roy.Coll.Surg. 14, 355-370, 1954.

74. ROZOV V.J.: Primäre und sekundäre Naht der Beugesehnen der Hand und der Finger. Vov.chirg.Arch. 41, 490-504, 1938.

75. ROZOV V.J.: Erfahrungen mit der Beugesehnenplastik an Hand und Fingern. Vestn.Chir. 70, H.1, 38-44, 1950.

76. SARKIN TH.L.:
Plastischer Ersatz verletzter Fingerbeugesehnen.
Brit.J.Surg. 44, 232-240, 1956.

77. SILER V.E.: Primärnähte der Beugesehnen der Hand.
J.Bone Surg. 32-A, 218-225, 1950.

78. SMITH F.M.: Behandlung der Sehnenverletzungen der Hand.
Med.Press. 1948, 161-165.

79. SPEIRS R.E.: Sofortige Naht der Beugesehnen.
J.Kansas med.Soc. 41, 370, 1940.

80. SPONSEL K.H.:
Dringliche Chirurgie der Fingersehnen und Nervenverletzungen mit besonderer Berücksichtigung der tiefen Beugesehnen distal von der Verletzungsstelle.
J.Amer.Med.Assoc. 166, 1561-1572, 1958.

81. SCHINK W.: Handchirurgischer Ratgeber. Springer Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1960.

81a. SCHINK W. und GERSBACH B.:
Eine experimentelle Studie über die Festigkeit genähter Sehnen bei verschiedenen Nahtmethoden.
Langebecks Arch.f.Klin.Chirurgie. 297.Bd., 3.Heft, S.191-233.

82. SCHMID M.A.:
Unfall- und Versicherungsmedizin. Über Hand- und Fingerverletzungen. München Med.Wschr. 1955, 120-125.

83. SCHWARZ: Über die anatomischen Vorgänge bei Sehnenregeneration und den plastischen Ersatz von Sehnendefekten durch Sehne, Fascie Bindegewebe. Dtsch.Z.Cir. 173, 301, 1922.

84. STEINDLER A.: Tendon transplantation in the upper extremity.
Amer.J.Surg. 44, 260, 1939.

85. STRANDELL G.:
Sehnentransplantation nach Verletzung der Beugesehnen des Daumens und der Langfinger. Bericht über Ergebnisse bei 74 Patienten.
Acta.chir.scand.Stockh. 111, 124-141, 1956.

86. TEMPEST M.N.:
Die Notversorgung von Fingerverletzungen.
Brit.J.Plast.Surg. 6, 153-161, 1954.

87. TRISKA H.: Die primäre Sehnennaht. Wien.med.Wschr. 1949, 484-486.

88. UPCHURCH G.E. und MARZONI F.A.:
Die Behandlung von Handverletzungen. Ann.Surg. 139, 650-657, 1954.

89. VAN'T HOF und HEIPLE K.G.:
Beugesehnenverletzungen von Fingern und Daumen.
J.Bone Surg. 40-A, 256-262, 322, 1958.

90. VERDAN C.: Zur Wiederherstellung der Beugesehnen im Bereich der osteofibrösen Kulissen. Z.Unfallmed.u.Berufskr. Zürich 44, 32-41, 1951.

91. VOHNOUT C. und STAFINIAK O.:
Unsere Behandlungsergebnisse und die Erfahrungen auf dem Gebiet der Chirurgie der Handsehnen in den letzten fünf Jahren.
Rozhl.Chir. 36, 497-500, 1957.

92. VULPIUS O. und STOFFEL A.:
Orthopädische Operationslehre. F.Enke, Stuttgart, 1913.

93. WACHS E. und BÖHLAU E.:
Zur Versorgung von Hand- Fingerverletzungen.
Z.ärztl.Forbild. 52, 313-318, 1958.

94. WATSON A.B.:
Einige Bemerkungen über die Behandlung der Beugesehnenverletzung an der Hand mit besonderem Hinweis auf die Technik der freien Sehnentransplantation.
Brit.J.Surg. 43, 35-42, 1955.

95. WEIL S.: Über Verstümmelungen der Hände und Finger.
Verh.Dtsch.orth.Ges. (Beilageh.,Z.für Orthop.) 79, 317-326, 1950.

96. WEINBERG E.D.:
Spontanruptur der Sehne des m.extensor poll.longus nach Speichenbruch.
J.Amer.Med.Assoc. 142, 979-983, 1950

97. WITHE W.L.: Die sekundäre Wiederherstellung der Fingerbeugung durch Fingersehnentransplantate.
Am.J.Surg. 91, 662-668, 1956.

98. WILMS-SIEVERS:
Zur Technik der Sehnennaht. Zbl.Chirurgie 32, 40, 1906.

99. WITT A.N.: Handverstümmelungen. Verh.Dtsch.orthop.Gesellsch. 79, 326-336, 1950.

100. WITT A.N.: Zur Behandlung der veralteten Handverletzungen.
Mschr.Unfallheilk. 54, 297-312, 1951.

101. WITT A.N.: Sehnenverletzungen und Sehnenmuskeltransplantationen.
München F.J.Bergmann, 1953.

102. ZETKIN-KÜHTZ:
Die Chirurgie des Traumas. VEB Volk und Gesundheit, Berlin 1958.

103. ZRUBECKY G.: Die planmäßige Versorgung schwerer Handverletzungen.
Chirurg. 27, 350-355, 1956.

LEBENSLAUF

Am 5.November 1934 wurde ich als Sohn des Apothekers Hans-Joachim Schulze und seiner Ehefrau, der Apothekerin, Magdalena, geb.Woll in Illingen/Saar geboren. Von 1941 bis 1946 besuchte ich die Volksschule in Munzingen bei Freiburg im Breisgau und daran anschliessend das humanistische Berthold-Gymnasium in Freiburg i.Br. Dort bestand ich am 10.März 1956 das Abitur.
Mit dem Sommersemester 1956 begann ich auf der Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg i.Br. das Medizinstudium. Nach erfolgreich bestandener ärztlicher Vorprüfung im Juli 1958 wechselte ich an die Ludwig-Maximilians-Universität in München über. Hier bestand ich am 20.Dezember 1961 das medizinische Staatsexamen.